

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-180203

(43)Date of publication of application : 26.06.2002

(51)Int.Cl.

C22C 38/00

C21D 1/06

C21D 6/00

C22C 38/58

F16C 19/44

F16C 33/34

F16C 33/62

F16C 33/64

(21)Application number : 2000-378512

(71)Applicant : NTN CORP

(22)Date of filing : 13.12.2000

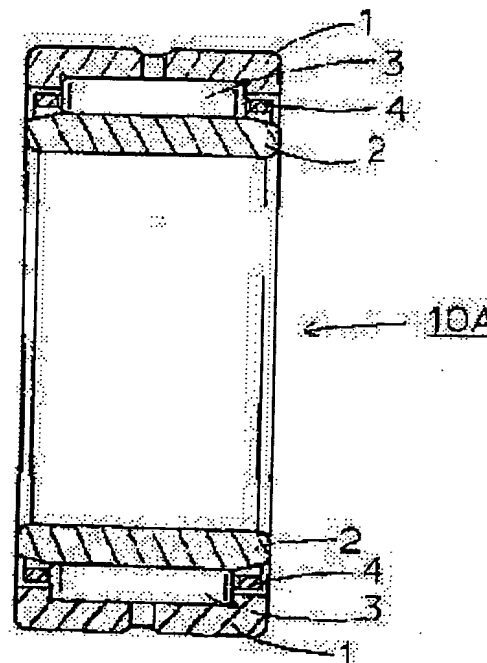
(72)Inventor : TANAKA HIROMASA

(54) NEEDLE BEARING COMPONENTS, AND METHOD FOR PRODUCING THE COMPONENTS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide needle roller bearing components in which a long endurance life can be secured even under atmospheric conditions where sliding contact occurs, and the temperature is made high, and to provide a method for producing the components.

SOLUTION: The needle roller bearing components consists of steel at least containing, as alloy elements in the base, by mass, 0.1 to 0.4% C, 0.3 to 3.0% Si, 0.2 to 2.0% Mn, $\leq 0.03\%$ P, $\leq 0.03\%$ S, 0.3 to $< 2.5\%$ Cr, 0.1 to $< 2.0\%$ Ni, $\leq 0.050\%$ Al, $\leq 0.003\%$ Ti, $\leq 0.0015\%$ O and $\leq 0.025\%$ N, and the balance Fe with inevitable impurities. The steel is subjected to quenching and tempering treatment after carburizing or carbo-nitriding treatment.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

1001907

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-180203

(P2002-180203A)

(43) 公開日 平成14年6月26日 (2002. 6. 26)

(51) Int.Cl.⁷

C 2 2 C 38/00

C 2 1 D 1/06

6/00

識別記号

3 0 1

F I

C 2 2 C 38/00

C 2 1 D 1/06

6/00

ターム(参考)

3 0 1 Z 3 J 1 0 1

A

K

D

W

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2000-378512(P2000-378512)

(22) 出願日

平成12年12月13日 (2000. 12. 13)

(71) 出願人 000102692

エヌティエヌ株式会社

大阪府大阪市西区京町堀 1 丁目 3 番 17 号

(72) 発明者 田中 広政

三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ

ティエヌ株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外 3 名)

Fターム(参考) 3J101 AA14 AA24 BA10 BA50 BA70

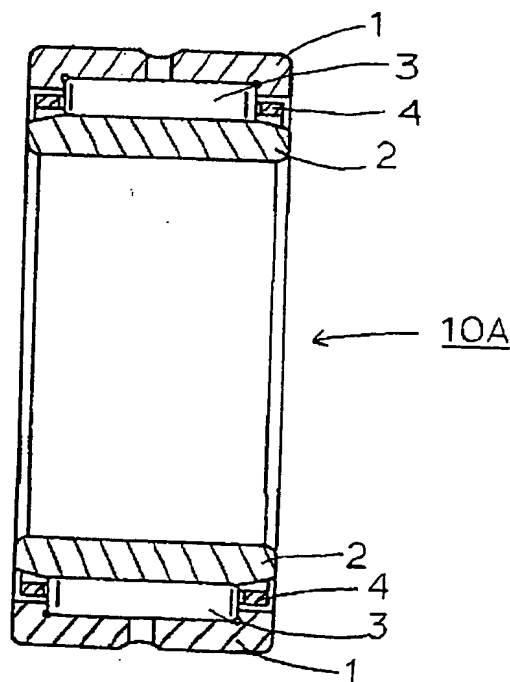
DA02 DA03 EA02 FA31

(54) 【発明の名称】 針状ころ軸受構成部品およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 すべり接触が生じ、かつ高温となる雰囲気条件下でも長い耐久寿命を確保できる針状ころ軸受構成部品およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明の針状ころ軸受構成部品は、素地中に合金元素として質量%で、Cを0.1%以上0.4%以下、Siを0.3%以上3.0%以下、Mnを0.2%以上2.0%以下、Pを0.03%以下、Sを0.03%以下、Crを0.3%以上2.5%未満、Niを0.1%以上2.0%未満、Alを0.050%以下、Tiを0.003%以下、Oを0.0015%以下、Nを0.025%以下で少なくとも含み、残部がFeおよび不可避不純物からなる鋼材よりなり、浸炭・浸炭窒化処理後に焼入れ焼戻し処理された構成を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ころのスキューによるすべりの影響を受けやすく、かつ潤滑油が行き渡りにくい構造を持つ針状ころ軸受を構成する部品において、

素地中に合金元素として質量%で、Cを0.1%以上0.4%以下、Siを0.3%以上3.0%以下、Mnを0.2%以上2.0%以下、Pを0.03%以下、Sを0.03%以下、Crを0.3%以上2.5%未満、Niを0.1%以上2.0%未満、Alを0.050%以下、Tiを0.003%以下、Oを0.0015%以下、Nを0.025%以下で少なくとも含み、残部がFeおよび不可避不純物からなる鋼材よりなり、浸炭または浸炭窒化処理後に、焼入れ焼戻し処理された構成を有することを特徴とする、針状ころ軸受構成部品。

【請求項2】 前記鋼材は、合金元素として質量%で、0.05%以上2.5%以下のMoおよび0.05%以上1.0%以下のVの少なくとも一種をさらに含んでいることを特徴とする、請求項1に記載の針状ころ軸受構成部品。

【請求項3】 前記鋼材の表面に浸炭層または浸炭窒化層が形成されており、かつ表面硬さがHRC57以上である、請求項1または2に記載の針状ころ軸受構成部品。

【請求項4】 ころのスキューによるすべりの影響を受けやすく、かつ潤滑油が行き渡りにくい構造を持つ針状ころ軸受を構成する部品の製造方法において、合金元素として質量%で、Cを0.1%以上0.4%以下、Siを0.3%以上3.0%以下、Mnを0.2%以上2.0%以下、Pを0.03%以下、Sを0.03%以下、Crを0.3%以上2.5%未満、Niを0.1%以上2.0%未満、Alを0.050%以下、Tiを0.003%以下、Oを0.0015%以下、Nを0.025%以下で少なくとも含み、残部がFeおよび不可避不純物からなる鋼材を準備する工程と、前記鋼材に浸炭あるいは浸炭窒化処理を施した後、焼入れ処理を施す工程と、前記焼入れ処理後に、前記鋼材に170℃以上300℃以下の温度で焼戻し処理を施す工程とを備えた、針状ころ軸受構成部品の製造方法。

【請求項5】 前記焼入れ処理された前記鋼材に2次焼入れ処理を施した後に、前記焼戻し処理が施される、請求項4に記載の針状ころ軸受構成部品の製造方法。

【請求項6】 前記焼入れ処理された前記鋼材に中間焼鈍を施した後に、前記2次焼入れ処理が施される、請求項5に記載の針状ころ軸受構成部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、針状ころ軸受構成部品およびその製造方法に関し、特に、針状ころ軸受もしくは保持器付き針状ころ軸受の相手材や相手外輪、あ

るいはシェル形針状ころ軸受、シェル形針状総ころ軸受などの相手軸のように、ころのスキューによるすべりの影響を受けやすく、かつ潤滑油が行き渡りにくい構造を持つ構成部品およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】針状ころ軸受は、通常一体で作製されたころと保持器とを内輪および外輪で挟み込む構成を有するが、軸受を取付ける軸外径面を内輪として兼用する構成またはハウジング内径面を外輪として兼用する構成もある。また、シェル形針状ころ軸受においても、同様に相手軸の外径面が内輪として兼用されている。最近では機械設備のコンパクト化のため、あるいは部品点数低減化のために、軸やハウジングを内輪もしくは外輪と兼用する構成が用いられることが多い。

【0003】ところで針状ころ軸受では、使用時にころのスキュー（ころが正規の自転軸に対して傾くこと）に起因する局部的なすべりが出やすく、これらの軸受構成部品が短時間の使用で損傷する場合がある。また、針状ころ軸受はその機構上、ころ本数が多く内部空間が狭いため、軸受内部の潤滑油保有量が少なく、潤滑油が転がり接触部に行きわたり難い。このため、潤滑条件が悪くなってピーリングやスミアリングなどの表面損傷が出やすい。

【0004】特に保持器を持たない総ころタイプ軸受ではこの現象が顕著である。この場合、ピーリングやスミアリングの発生強度がその製品寿命を左右していた。言い換えれば、耐表面損傷特性に優れた材料開発が必要であった。また、針状ころ軸受は小型で負荷容量が大きいたことが特徴であり、軸受を支える軸には高い曲げ疲労強度が求められることになる。したがって、通し焼入れ部材よりも疲労強度が高い浸炭焼入れ部材を用いることが好ましい。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述したような転がりすべりが作用する箇所では、潤滑油がせん断発熱し、軸表面が高温になったり、油膜が薄くなる結果、ピーリングやスミアリングなどの表面損傷が生じやすい。また、針状ころ軸受では、潤滑油が軸受内部に行きわたり難いため、局部的に潤滑油不足の状態になり、ピーリング発生が加速されたり、本来の転動疲労寿命が短くなる現象も現われる。総ころ形式のものは一層その傾向が顕著になる。

【0006】それゆえ本発明の目的は、すべり接触が生じ、かつ高温となる雰囲気条件下でも長い耐久寿命を確保できる針状ころ軸受構成部品およびその製造方法を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の針状ころ軸受構成部品は、ころのスキューによるすべりの影響を受けやすく、かつ潤滑油が行き渡りにくい構造を持つ針状ころ

軸受を構成する部品において、素地中に質量%で、C (炭素)を0.1%以上0.4%以下、Si (シリコン)を0.3%以上3.0%以下、Mn (マンガン)を0.2%以上2.0%以下、P (リン)を0.03%以下、S (硫黄)を0.03%以下、Cr (クロム)を0.3%以上2.5%未満、Ni (ニッケル)を0.1%以上2.0%未満、Al (アルミニウム)を0.050%以下、Ti (チタン)を0.003%以下、O (酸素)を0.0015%以下、N (窒素)を0.025%以下で少なくとも含み、残部がFe (鉄)および不可避免不純物からなる鋼材よりなり、浸炭または浸炭窒化処理後に、焼入れ焼戻し処理されたことを特徴とするものである。

【0008】以下、本発明の針状ころ軸受構成部品の化学成分の限定理由について説明する。

【0009】(1) Cの含有量(0.1%以上0.4%以下)について

Cは浸炭または浸炭窒化処理後の芯部硬さに影響する。針状ころ軸受を支える軸として必要な強度を得る為に必要な芯部硬さを確保する上で、Cの含有量を0.1%以上にする必要がある。但し、Cの含有量が0.4%を超えると、靱性や熱間加工性ならびに被削性が低下するので、Cの含有量の上限値を0.4%にする必要がある。

【0010】(2) Siの含有量(0.3%以上3.0%以下)について

Siは高温域での部材の軟化を抑制し、針状ころ軸受構成部品の耐熱性を改善する作用を有する。しかし、Siの含有量が0.3%未満では、その効果が得られないので、Siの含有量の下限値を0.3%にする必要がある。また、Si含有量の増加に伴って耐熱性は向上するが、3.0%を超えて添加しても、その効果は飽和し、熱間加工性や被削性の低下を招くので、Siの含有量の上限値を3.0%にする必要がある。

【0011】(3) Mnの含有量(0.2%以上2.0%以下)について

Mnは鋼材の焼入性を改善する元素であり、その効果を得るために0.2%以上添加する必要がある。しかし、2.0%を超えて添加すると被削性が大幅に低下するので、Mnの含有量の上限値を2.0%にする必要がある。

【0012】(4) Pの含有量(0.03%以下)について

Pは鋼のオーステナイト粒界に偏析し、靱性や転動疲労寿命の低下を招くので、Pの含有量の上限値を0.03%にする必要がある。

【0013】(5) Sの含有量(0.03%以下)について

Sは鋼の熱間加工性を害し、鋼中で非金属介在物を形成して靱性や転動疲労寿命を低下させるので、Sの含有量の上限値を0.03%にする必要がある。軸の曲げ疲労

強度向上のためにも、Sの含有量の上限値を0.03%にする必要がある。一方では、Sは切削加工性を向上させる効果も有している。したがって、Sを少なくすることが望ましいものの、0.03%以下の範囲内で添加することもある。

【0014】(6) Crの含有量(0.3%以上2.5%未満)について

Crは焼入性の改善や焼戻し軟化抵抗の向上、寿命改善の効果を得るためには0.3%以上が必要である。しかし、2.5%以上添加しても大型の炭化物が生成して転動疲労寿命が低下する。

【0015】(7) Alの含有量(0.050%以下)について

0.050%を超えてAlが多量に含有されると、硬質の酸化物系介在物を生成して顕著な転動疲労寿命の低下が生じる。なお、Alは前記のような問題点を有するものの、AlNを形成して結晶粒を微細化する効果もあるので、鋼の製造コストの上昇を招かない0.005%以上含有されても良い。

【0016】(8) Nの含有量(0.025%以下)について

NはAlと結合してAlNを形成して結晶粒を微細化させる効果を持っている。しかし、多量に含有させると却って鋼の強度を劣化させるので、Nの含有量の上限値を0.025%にする必要がある。

【0017】(9) Tiの含有量(0.003%以下)について

Tiは窒化物を形成して非金属介在物となり、転動疲労破壊の起点となる可能性があるので、Tiの含有量の上限値を0.003%にする必要がある。

【0018】(10) Oの含有量(0.0015%以下)について

Oは鋼中に酸化物を形成し、非金属介在物として転動疲労破壊および曲げ疲労強度の起点となる可能性があり転動疲労寿命の低下を招くので、Oの含有量の上限値を0.0015%にする必要がある。

【0019】(11) Niの含有量(0.1%以上2.0%未満)について

Niは高温環境で使用された場合に転動疲労過程における組織の変化を抑制し、また高温域での硬度の低下も抑制して転動疲労寿命を向上する効果を有している。加えて、Niは靱性を向上させて異物が混入する環境での寿命を改善するとともに耐食性を改善する効果も有している。これらの効果を得るためには、Niを0.1%以上添加する必要がある。しかし、2.0%以上含有させると、浸炭焼き入れ時に多量の残留オーステナイトが生成して所定の硬度が得られなくなるとともに、鋼材のコストが上昇する。

【0020】これらの合金成分の作用で、局部的に大きな温度上昇が生じても、表面の軟化が防止され、耐表面

損傷強度が向上するとともに、転動寿命にも優れた針状ころ軸受構成部品材質にすることができる。

【0021】上記の針状ころ軸受構成部品において好ましくは、鋼材は、質量%で、0.05%以上2.5%以下のMo（モリブデン）および0.05%以上1.0%以下のV（バナジウム）の少なくとも一種をさらに含んでいる。

【0022】以下、上記化学成分の限定理由について説明する。

(12) Moの含有量（0.05%以上2.5%以下）について

Moは鋼の焼入れ性を改善するとともに、炭化物中に固溶することによって焼戻し処理時の軟化を防止させる効果を有する。特に、Moは高温域における転動疲労寿命を改善する作用が見出されたため添加されている。しかし、2.5%を超えて多量にMoを含有させると鋼材コストが上昇し、切削加工を容易にするための軟化処理時に硬さが低下せず被削性が大幅に劣化してしまうため、Mo含有量の上限を2.5%にすることが好ましい。またMoの含有量が0.05%未満では炭化物形成に効果がないため、Mo含有量の下限を0.05%にすることが好ましい。

【0023】(13) Vの含有量（0.05%以上1.0%以下）について

VはCと結合して微細な炭化物を析出し、結晶粒の微細化を促進し、強度・靱性を改善する効果を有する。また、Vの含有によって鋼材の耐熱性を改善し、高温焼戻し後の軟化を抑制し、転動疲労寿命を改善し、寿命のばらつきを減少させる作用を示す。この効果が得られるVの含有量が0.05%以上であるため、V含有量の下限を0.05%にすることが好ましい。しかし、1.0%を超えて多量にVを含有すると、被削性、熱間加工性が低下するため、V含有量の上限を1.0%にすることが好ましい。

【0024】上述した各合金元素の働きで、針状ころ軸受構成部品が高温にさらされることを想定し、通常の焼戻し温度（180℃程度）以上の高温の焼戻し処理を施されても、その表面硬さをロックウェル硬さHRC57以上とすることにより、上記ピーリングやスミアリングなどの表面損傷の発生を防止することができる。

【0025】浸炭窒化処理で表面層の窒素含有量を高めた場合、表面層のMs点（マルテンサイト変態開始温度）が低くなり、これを焼入れすると、表面層に未変態のオーステナイトが多く残留する。残留オーステナイトは、高い靱性と加工硬化特性とを有し、亀裂の発生や進展を抑える働きをする。また、浸炭窒化による窒素の侵入は耐熱性の付与の点で有利であり、浸炭処理のみならず、浸炭窒化処理も適用することになっている。上記の針状ころ軸受構成部品において好ましくは、鋼材の表面に浸炭層または浸炭窒化層が形成されており、かつ表面硬

さがHRC57以上である。

【0026】これにより、上記ピーリングやスミアリングなどの表面損傷の発生を防止することができる。

【0027】本発明の針状ころ軸受構成部品の製造方法では、ころのスキューによるすべりの影響を受けやすく、かつ潤滑油が行き渡りにくい構造を持つ針状ころ軸受を構成する部品の製造方法であって、以下の工程を備えている。

【0028】まず合金元素として質量%で、Cを0.1%以上0.4%以下、Siを0.3%以上3.0%以下、Mnを0.2%以上2.0%以下、Pを0.03%以下、Sを0.03%以下、Crを0.3%以上2.5%未満、Niを0.1%以上2.0%未満、Alを0.050%以下、Tiを0.003%以下、Oを0.0015%以下、Nを0.025%以下で少なくとも含み、残部がFeおよび不可避不純物からなる鋼材が準備される。そして、その鋼材に浸炭あるいは浸炭窒化処理を施した後、焼入れ処理が施される。そして焼入れ処理後に、鋼材に170℃以上300℃以下の温度で焼戻し処理が施される。

【0029】本発明の針状ころ軸受構成部品の製造方法では、上記組成を有する鋼材が準備されるため、高温で焼戻し処理を施しても、HRC57以上と高い表面硬度を得ることができる。これにより、通常の焼戻し温度（180℃程度）よりも高い温度で焼戻しを施し、部材の使用温度範囲を広げることができ、かつ局部的に大きな温度上昇が生じても表面の軟化が防止され、耐表面損傷強度が向上するとともに、転動寿命も向上する。

【0030】上記の針状ころ軸受構成部品の製造方法において好ましくは、焼入れ処理された鋼材に2次焼入れ処理を施した後に、焼戻し処理が施される。

【0031】これにより、十分な表面硬度を得ることができる。上記の針状ころ軸受構成部品の製造方法において好ましくは、焼入れ処理された鋼材に中間焼鈍を施した後に、2次焼入れ処理が施される。

【0032】これにより、十分な表面硬度を得ることができる。

【0033】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図に基づいて説明する。

【0034】図1は、本発明の一実施の形態におけるソリッド形針状ころ軸受の構成を示す概略断面図である。図1を参照して、ソリッド形針状ころ軸受10Aは、削り加工で作った軌道輪を持つものであり、外輪1と、内輪2と、ころ3とを主に有している。ころ3は、外輪1と内輪2との間で、保持器4により転動可能に支持されている。

【0035】これらの外輪1で内輪2およびころ3の少なくともいずれかは、素地中に合金元素として質量%で、Cを0.1%以上0.4%以下、Siを0.3%以

上3.0%以下、Mnを0.2%以上2.0%以下、Pを0.03%以下、Sを0.03%以下、Crを0.3%以上2.5%未満、Niを0.1%以上2.0%未満、Alを0.050%以下、Tiを0.003%以下、Oを0.0015%以下、Nを0.025%以下で少なくとも含み、残部がFeおよび不可避不純物からなる鋼材よりなり、浸炭または浸炭窒化処理後に、焼入れ焼戻し処理された構成を有している。

【0036】またこの鋼材には、合金元素として質量%で、0.05%以上2.5%以下のMoおよび0.05%以上1.0%以下のVの少なくとも一種がさらに添加されていることが好ましい。またこの鋼材の表面に浸炭層または浸炭窒化層が形成されており、かつ表面硬さがHRC57以上であることが好ましい。

【0037】なお図1の構成においては、外輪1および内輪2のいずれかが軸またはハウジングで兼用されていてもよい。

【0038】本発明の針状ころ軸受構成部品は、図1に示すソリッド形針状ころ軸受の構成部品であってもよいが、図2に示すようにシェル形針状ころ軸受10Bや図3に示す保持器付き針状ころ軸受10Cの構成部品であってもよい。

【0039】図2を参照して、シェル形針状ころ軸受10Bは、プレス加工した薄い鋼板製外輪（シェル形外輪）1を持つ針状ころ軸受のことであり、外輪1ところ3とを主に有している。ころ3は、内輪として兼用される軸（またはハウジング）6と外輪1との間で、保持器4により回転可能に支持されている。

【0040】これらの外輪1、ころ3、および軸（またはハウジング）6の少なくともいずれかは、図1に示す外輪1などと同様の組成および構成を有している。

【0041】また図3を参照して、保持器付き針状ころ軸受10Cは、ころ3を主に有している。このころ3は、外輪として兼用するハウジング（または軸）5と内輪として兼用する軸（またはハウジング）6との間で、保持器4により回転可能に支持されている。

【0042】これらのころ3およびハウジングまたは軸5、6の少なくともいずれかは、図1に示す外輪1などと同様の組成および構成を有している。

【0043】また、本発明の針状ころ軸受構成部品は、

10

20

30

40

図1～図3の軸受10A、10B、10Cから保持器4を省略した総ころ形式の針状軸受の構成部品であってもよい。

【0044】図4は、本発明の一実施の形態における針状ころ軸受構成部品の製造方法を示すフロー図である。図4を参照して、図1～3に示す各針状ころ軸受10A、10B、10Cの各構成部品となる鋼材が、以下の組成となるように準備される（ステップS1）。

【0045】つまり、上記鋼材は、合金元素として質量%で、Cを0.1%以上0.4%以下、Siを0.3%以上3.0%以下、Mnを0.2%以上2.0%以下、Pを0.03%以下、Sを0.03%以下、Crを0.3%以上2.5%未満、Niを0.1%以上2.0%未満、Alを0.050%以下、Tiを0.003%以下、Oを0.0015%以下、Nを0.025%以下で少なくとも含み、残部がFeおよび不可避不純物からなるように準備される。

【0046】この鋼材に浸炭処理または浸炭窒化処理が施される（ステップS2a、S2b）。この後、鋼材に焼入れが施され（ステップS3）、次いで170℃以上300℃以下の温度で焼戻し（ステップS4）が施されて、各針状ころ軸受構成部品が製造される。

【0047】浸炭あるいは浸炭窒化処理後に十分な表面硬さが得られないものについては、焼入れ処理（ステップS3）後に、図5に示すように中間焼鈍（ステップS5）が施された後、2次焼入れ（ステップS6）が施されても良い。

【0048】ただし、鋼材の種類によっては中間焼鈍（ステップS5）の省略が可能であり、この場合には2次焼入れ（ステップS6）のみが施されても良い。

【0049】

【実施例】以下、本発明の実施例および比較例について説明する。

【0050】（実施例）まず表1に示す23種類の化学成分を有する鋼を素材として、後述の浸炭・浸炭窒化焼入れ焼戻し処理を施した回転寿命、ピーリング、スミアリング強度評価用試験片（表1中の実施例1～11）を用意した。

【0051】

【表1】

No	鋼種	化学成分 (質量%)												
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Al	Ti	O	N
1	A	0.18	0.75	0.50	0.017	0.019	0.54	1.58	-	-	0.022	0.0023	0.0010	0.015
2	B	0.20	2.01	0.41	0.018	0.015	1.10	2.02	-	-	0.028	0.0025	0.0012	0.014
3	C	0.35	0.54	0.25	0.015	0.020	0.79	1.03	-	-	0.021	0.0029	0.0008	0.013
4	D	0.19	0.76	1.03	0.021	0.012	1.98	1.51	-	-	0.028	0.0022	0.0012	0.014
5	E	0.21	2.00	0.41	0.018	0.018	1.85	0.55	-	-	0.019	0.0025	0.0010	0.016
6	F	0.30	2.55	0.46	0.017	0.019	1.90	1.56	-	-	0.022	0.0023	0.0011	0.015
7	G	0.22	0.63	1.95	0.019	0.017	0.75	0.75	0.51	-	0.020	0.0028	0.0009	0.014
8	H	0.20	1.49	0.55	0.020	0.015	1.65	0.51	1.56	-	0.027	0.0027	0.0008	0.013
9	I	0.19	1.04	0.78	0.018	0.009	1.03	0.76	-	0.45	0.025	0.0025	0.0011	0.014
10	J	0.25	0.65	1.53	0.021	0.013	1.51	2.23	-	0.91	0.019	0.0023	0.0010	0.015
11	K	0.33	1.35	0.73	0.018	0.022	0.56	1.79	-	-	0.025	0.0024	0.0010	0.013
12	L	0.20	0.21	0.75	0.018	0.018	0.02	1.05	-	-	0.023	0.0029	0.0009	0.014
13	M	0.19	0.65	0.15	0.019	0.017	0.60	0.22	-	-	0.005	0.0027	0.0009	0.015
14	N	0.19	4.01	0.44	0.019	0.021	0.79	2.00	-	-	0.028	0.0025	0.0008	0.013
15	O	0.49	1.03	0.83	0.021	0.015	1.60	1.03	-	0.39	0.022	0.0027	0.0010	0.016
16	P	0.29	1.65	0.55	0.055	0.041	0.50	1.35	-	-	0.028	0.0027	0.0011	0.013
17	Q	0.20	1.01	2.52	0.018	0.019	2.45	1.97	0.53	-	0.029	0.0022	0.0010	0.016
18	R	0.22	0.98	1.00	0.018	0.020	1.00	6.03	1.02	-	0.025	0.0027	0.0009	0.013
19	S	0.31	0.75	0.55	0.019	0.013	4.03	0.79	-	2.00	0.027	0.0023	0.0008	0.015
20	T	0.22	0.22	1.55	0.015	0.011	0.55	1.04	-	-	0.022	0.0026	0.0010	0.013
21	U	0.21	1.01	0.35	0.017	0.019	1.60	1.01	-	-	0.061	0.0055	0.0025	0.033
22	V	0.31	1.05	0.80	0.018	0.017	0.77	1.15	-	-	0.025	0.0026	0.0011	0.014
23	W	0.22	0.77	1.03	0.018	0.013	1.05	1.10	-	-	0.023	0.0027	0.0009	0.015

【0052】粗加工を完了した試験片の熱処理として、
浸炭焼入れ焼戻し処理については、ガス雰囲気炉を用
い、RXガス雰囲気中で炭素ポテンシャル1.0%～
1.2%として、950℃で300分保持した後、温度
を900℃に下げて油中に焼入れた。その後、120分*

*の焼戻し処理を行なった。焼戻し温度は表2および表3
20に示す。

【0053】

【表2】

No	鋼種	処理	焼戻し温度 (℃)	表面硬さ (HRC)	転動疲労 寿命の比	ピリング発生 面積率 (%)	スリット発生 相対速度比 (-)	針状ころ軸 受寿命の比
1	A	浸炭	250	59.4	3.1	3.3	1.8	3.5
		浸炭窒化	250	60.0	3.3	4.1	1.8	3.9
2	B	浸炭	200	62.5	4.3	1.8	2.1	4.5
		浸炭窒化	200	62.6	4.6	1.8	2.2	5.3
3	C	浸炭	250	60.2	2.5	3.5	1.8	2.9
		浸炭窒化	250	61.3	2.9	3.9	1.8	3.2
4	D	浸炭+2次焼入れ	300	58.9	3.3	1.2	1.9	3.7
		浸炭窒化+2次焼入れ	300	59.5	3.6	1.4	1.9	4.2
5	E	浸炭+中間焼鈍+2次焼入れ	250	58.8	5.9	1.5	2.0	5.1
		浸炭窒化+中間焼鈍+2次焼入れ	250	59.1	5.1	1.3	2.0	5.5
6	F	浸炭+2次焼入れ	250	58.5	6.8	1.2	2.3	7.0
		浸炭窒化+2次焼入れ	250	60.0	6.8	1.3	2.3	7.2
7	G	浸炭+中間焼鈍+2次焼入れ	250	61.2	5.0	2.4	1.8	6.3
		浸炭窒化+中間焼鈍+2次焼入れ	250	61.4	5.1	2.2	1.9	6.0
8	H	浸炭+中間焼鈍+2次焼入れ	170	51.3	5.6	1.9	1.9	5.8
		浸炭窒化+中間焼鈍+2次焼入れ	170	52.7	6.5	1.5	1.9	6.8
9	I	浸炭	250	61.2	5.0	1.7	1.8	5.2
		浸炭窒化	250	61.8	4.9	1.9	1.8	5.1
10	J	浸炭+中間焼鈍+2次焼入れ	300	59.8	4.8	1.5	1.9	5.2
		浸炭窒化+中間焼鈍+2次焼入れ	300	59.6	4.5	1.0	2.0	5.9
11	K	浸炭	250	60.3	4.5	1.5	2.0	5.0
		浸炭窒化	250	59.6	4.9	1.8	2.1	5.0

【0054】

【表3】

No	鋼種	処理	焼戻し温度 (℃)	表面硬さ (HRC)	転動疲労 寿命の比	ピニング発生 面積率(%)	スミアリング発生 相対速度比 (-)	針状ころ軸 受寿命の比
12	L	浸炭	180	61.8	1.0	12.5	1.6	1.0
		浸炭窒化	180	62.3	1.5	13.4	1.5	1.9
13	M	浸炭	200	59.4	1.1	12.1	1.5	1.0
		浸炭窒化	200	60.6	1.3	11.6	1.6	2.0
14	N	浸炭+2次焼入れ	250	58.5	1.5	11.3	1.6	1.5
		浸炭窒化+2次焼入れ	250	59.8	1.6	11.2	1.6	2.2
15	O	浸炭	250	59.1	1.3	10.2	1.6	1.3
		浸炭窒化	250	60.2	1.5	11.3	1.6	2.1
16	P	浸炭	250	60.1	0.3	18.2	1.6	0.3
		浸炭窒化	250	61.9	0.4	16.3	1.6	0.8
17	Q	浸炭+中間焼鈍+2次焼入れ	250	59.5	1.3	22.5	1.5	1.3
		浸炭窒化+中間焼鈍+2次焼入れ	250	59.7	1.8	22.0	1.5	2.1
18	R	浸炭+中間焼鈍+2次焼入れ	250	60.4	1.2	18.3	1.6	1.1
		浸炭窒化+中間焼鈍+2次焼入れ	250	60.2	0.9	18.6	1.6	1.3
19	S	浸炭+中間焼鈍+2次焼入れ	300	55.1	1.1	13.2	1.6	1.1
		浸炭窒化+中間焼鈍+2次焼入れ	300	56.2	1.9	13.3	1.6	1.9
20	T	浸炭+2次焼入れ	300	57.4	1.3	13.9	1.6	1.7
		浸炭窒化+2次焼入れ	300	57.3	1.4	14.6	1.6	1.7
21	U	浸炭	250	60.8	0.5	12.5	1.5	0.3
		浸炭窒化	250	60.6	0.4	11.5	1.5	0.5
22	V	浸炭	120	63.2	0.8	12.8	1.5	0.8
		浸炭窒化	120	63.8	0.9	13.5	1.6	1.2
23	W	浸炭	400	54.1	0.3	25.3	1.4	0.4
		浸炭窒化	400	55.0	0.4	24.5	1.4	0.6

【0055】浸炭窒化処理は上記の浸炭処理を施した後、ガス雰囲気炉を用い、RXガス雰囲気中で炭素ポテンシャル1.0%~1.2%、NH₃の添加量を5%~10%として、850℃で120分保持した後、油中に焼入れた。この後に、120分の焼戻し処理を行なった。焼戻し温度は表2および表3に示す。

【0056】浸炭あるいは浸炭窒化処理後に焼入れ焼戻し処理を施し、十分な表面硬さが得られないものについては、焼入れ処理後に中間焼鈍として650℃で60分保持した後に炉内で除冷した。この後、2次焼入れとして雰囲気炉で、850℃で30分保持した後、油中に焼入れた。ただし、一部については中間焼鈍の省略が可能であり、同条件で2次焼入れのみを実施した。その後、120分の焼戻し処理を行なった。焼戻し温度は表2および表3に示す。

【0057】熱処理完了の後に、試験片の表面を研磨加工し鏡面状態に仕上げた。なお、研磨加工時の加工代は0.1mmとした。

【0058】(比較例)表1に示す23種類の化学成分を有する鋼のうち、比較例は12~23である。比較例12はSCr420であり、13~23は本願の化学成分範囲をはずれる鋼である。比較例は、実施例と同じ手順で試験片を作製した。

【0059】上記実施例および比較例の試験片サンプルについて、転動寿命試験、ピーリング試験、スミアリング試験を実施した。

【0060】各試験の概要と結果は以下のとおりである。

(1) 転動疲労試験

対象は転動部材であり、充分な潤滑条件の下で、転がり疲れ寿命が長いことは部材に対して基本的に求められる

20 重要な特性である。転動疲労試験は高面圧、高負荷速度の条件で、加速的にサンプルを疲労させて評価した。以下の試験条件で試験を行なった。この試験では、サンプル数Nを10とし、得られた実験データをワイブル分布にして、L10(サンプルの90%が破損しないで使える負荷回数)を算出し、評価した。

【0061】

- ・試験片寸法：外径12mm、長さ22mm
- ・相手鋼球寸法：直径19.05mm
- ・接触応力P_{max}：5.88GPa
- ・負荷速度：46240回/分

これらの試験結果を表2および表3に併せて示す。なお、比較例No.12は汎用のSCr420であり、この寿命を1.0とした場合の比率で各材料の寿命値を記述した。

【0062】上記の焼戻し後の表面硬さおよび転動疲労寿命の結果を実施例については表2に、比較例については表3に示す。

【0063】上記表2および表3の結果より、本発明の組成範囲を有する実施例では、170℃以上300℃以下の焼戻し処理を施しても、表面硬さがHRC57以上となることが判明した。実施例では単なる浸炭処理を施した場合でも、比較例に比べて転動疲労寿命が高くなることが判明した。また、浸炭処理に代えて浸炭窒化処理を施した場合でも、優れた転動疲労寿命が得られることが判明した。

【0064】さらに、浸炭あるいは浸炭窒化処理を加えて中間焼鈍後に2次焼入れを施すことにより、より一層転動疲労寿命が向上することが判明した。

【0065】また、焼戻し温度が120℃では転動疲労寿命は若干低下し、400℃での焼戻し処理では表面硬

さが低下し、転動疲労寿命が低下することが判明した。

【0066】(2) ピーリング試験

針状ころ軸受構成部品の場合、潤滑油が行き渡りにくく、接触部に十分な油膜が形成されにくい条件下であっても、表面突起同士の転動疲労現象に起因する表面損傷が生じにくいという特性は重要である。この特性は、2円筒の接触によるモデル試験（ピーリング試験）によって評価できる。ピーリング試験は、円筒部に緩やかな曲率を有するリング状の試験片を駆動軸と、この駆動軸に平行な従動軸とに取付け、両試験片の円筒面を互いに押し当てて転動させるものである。

【0067】各試験片の寸法は、直径40mm、高さ12mm、円筒部の副曲率半径60mmであり、駆動軸側試験片の円筒面は $R_{max} 3 \mu m$ の粗さに研削仕上げされており、従動軸側試験片の円筒面は鏡面仕上げされている。ピーリング強度は、試験終了時の従動軸側試験片円筒面のピーリング発生面積率で評価される。以下の試験条件でピーリング試験を行なった。なお、駆動軸側および従動軸側の両試験片は同種のサンプルのものを対として用いた。

【0068】

- ・試験片の最大表面粗さ：3.0 μm （駆動軸側）、0.2 μm （従動軸側）
- ・接触面圧 P_{max} ：2.3 GPa
- ・潤滑油：タービン油VG46
- ・駆動軸回転速度：2000 rpm
- ・総回転数：4.8 $\times 10^5$ 回

試験結果を表2および表3に併せて示す。

【0069】実施例の試験片は、いずれもピーリング発生面積率が4%以下であり、優れたピーリング強度を示す。比較例の各試験片は、面積率10%以上の大きな値になっている。

【0070】(3) スミアリング試験

針状ころ軸受構成部品の場合、ころのスキューが発生すると、接触部表面にすべりが作用する。接触する2物体の相対すべり率が高まり、許容値を超えると、接触発熱に起因して微小部分の凝着（スミアリング）が発生する。この特性を評価するスミアリング試験は、ピーリング試験と同じ装置を用いて、ピーリング試験と同一形状の2つのリング状試験片を同様に転動させるものである。この試験の場合は、従動軸は一定速度で回転駆動され、駆動軸は従動軸と等速回転から徐々に増速される点異なる。また、従動軸側試験片の円筒面が駆動軸側試験片と同じ表面粗さ $R_{max} 3 \mu m$ に仕上げられる点も異なる。スミアリング強度は、試験片の円筒面にスミアリングが発生した時点の駆動軸と従動軸との速度比で評価される。以下の試験条件でスミアリング試験を行なった。なお、この試験においても、摺動されるペアの試験片は同種のサンプルのものとした。

【0071】

- ・試験片の最大表面粗さ：3.0 μm
- ・接触面圧 P_{max} ：2.1 GPa
- ・潤滑油：タービン油VG46
- ・駆動軸回転速度：200 rpmから100 rpmずつ増速

- ・従動軸回転速度：200 rpm一定

試験結果を表2および表3に併せて示す。

【0072】実施例の試験片は、比較例1に対して、いずれも20%以上の大きな速度比までスミアリングが発生しない。一方、比較例の鋼を浸炭窒化すると若干スミアリング強度は向上するものもあるが、実施例には及ばない。

【0073】(4) 針状ころ軸受構成部品寿命試験

上記(1)～(3)においては、モデル試験で評価した特性に加え、実際の針状ころ軸受構成部品を評価することは重要である。ラジアル針状ころ軸受の寿命を評価する試験器を用い、転動疲労寿命をその際、潤滑油は実用条件を想定し、汚染油（鉄粉混入）を用いた。試験条件を以下に示す。

【0074】この試験では、サンプル数 N を7とし、得られた実験データをワイブル分布にして、 L_{10} （サンプルの90%が破損しないで使える負荷回数）を算出し、評価した。なお、評価対象は試験片Aおよび試験片Bであり、相手部材であるところが先行破損した場合、ころを新品に交換して試験を続行した。

【0075】

- ・試験片A（軸の外径として）：内径20mm×外径24mm×幅20mmの針状ころ軸受の内輪
- ・試験片B（ハウジングの内径として）：内径32mm×外径37mm×幅20mmの針状ころ軸受の内輪
- ・ころ（試験片の相手として）： $\phi 4$ mm×長さ16.8mm（S U J 2 ずぶ焼き品）
- ・接触面圧 P_{max} ：1.96 GPa
- ・潤滑油：タービン油VG56
- ・油中異物：鉄粉（粒径32～53 μm ）0.4 g/L
- ・回転速度：5000 rpm（内輪回転）

試験結果を表2および表3に示す。なお比較例No. 12は汎用のS C r 420であり、この寿命を1.0とした場合の比率で各材料の寿命値を記述した。

【0076】上記の焼戻し後の表面硬さおよび転動疲労寿命の結果を実施例については表2に、比較例については表3に示す。

【0077】表2および表3の結果より、針状ころ軸受を用いての転動疲労寿命の結果は、円筒試験片を用いての転動疲労寿命試験結果と同様に、本実施例品の優れた特性が確認された。

【0078】以上の各試験結果より、実施例のものは、ピーリングやスミアリングが生じ難く、かつ優れた転動疲労特性を示し、表面損傷が生じやすいすべりや接線力を伴う針状ころ軸受構成部品に適した性能を有するこ

とがわかる。

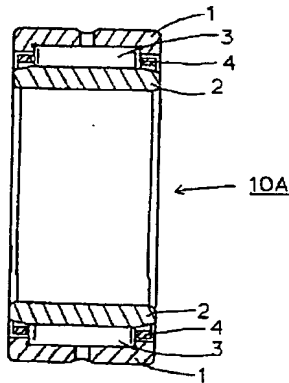
【0079】今回開示された実施の形態および実施例は全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることを意図される。

【0080】

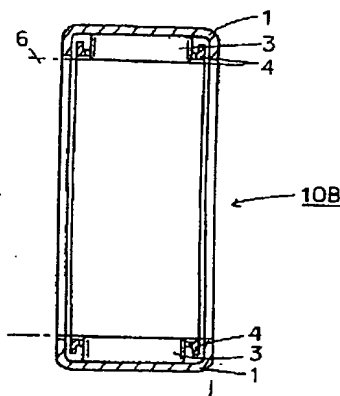
【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、すべり接触が生じ、かつ高温となる雰囲気条件下でも長い耐久寿命を確保できる信頼性の高い針状ころ軸受構成部品およびその製造方法を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

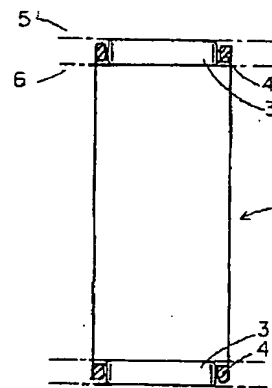
【図1】



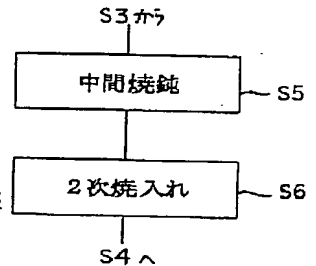
【図2】



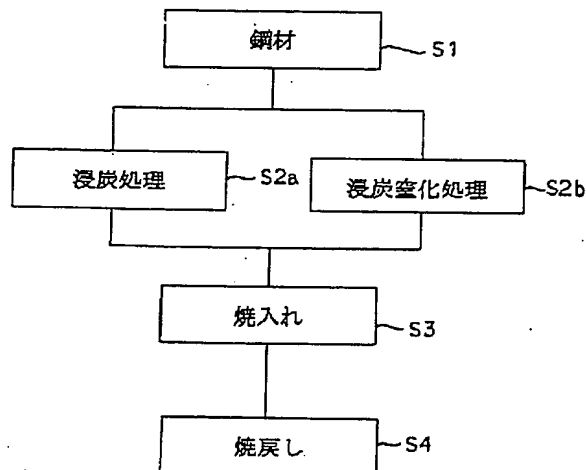
【図3】



【図5】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テ-マコード (参考)

C 2 2 C 38/58

C 2 2 C 38/58

F 1 6 C 19/44

F 1 6 C 19/44

33/34

33/34

33/62

33/62

33/64

33/64